

# PENYIAPAN BAHAN BAKU DALAM PROSES FERMENTASI FASE CAIR ASAM SITRAT MELALUI PROSES HIDROLISA AMPAS SINGKONG

**Lamiya Mu'nisatus Zahro (L2C006064) dan Mareta Istiorini (L2C006068)**  
**Sisilia Listyarini (L2C308035) dan Zulia Masfufatul Jannah MS (L2C308040)**

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro  
 Jln. Prof. Sudharto, Tembalang, Semarang, 50239, Telp/Fax: (024)7460058

Pembimbing: Ir. Danny Soetrisnanto, M. Eng

## Abstrak

*Hidrolisa merupakan reaksi pengikatan gugus hidroksil oleh suatu senyawa. Pati merupakan polisakarida kompleks yang tersusun dari glukosa yang saling berikatan dengan ikatan 1,4 glikosid. Dalam hidrolisa pati, terjadi reaksi antara air dan pati. Air memberi efek pemutusan ikatan rangkap, hidrogen akan terikat pada komponen yang satu dengan senyawa hidroksil akan terikat pada komponen yang lain. Pengaruh variabel waktu, suhu, kecepatan pengadukan, konsistensi dan konsentrasi asam pada proses hidrolisa sangat menentukan pada proses hidrolisa. Tujuan penelitian ini yaitu menentukan kondisi operasi yang optimum pada proses perubahan fase ampas singkong dari fase padat menjadi fase cair. Dari hasil penelitian, diperoleh variabel operasi yang paling berpengaruh yaitu konsistensi 1%, waktu operasi 2,5 jam, temperatur 100°C, konsentrasi HCl 1N, dan kecepatan pengadukan 150 rpm. Pada penelitian lanjutan dihasilkan kondisi optimum hidrolisa ampas singkong yaitu pada konsistensi 2% ampas terhidrolisa 88,552%, waktu operasi 2 jam ampas terhidrolisa 87,724%, suhu 90°C ampas terhidrolisa 89,379%, konsentrasi HCl 0,8 N ampas terhidrolisa 87,724%, dan kecepatan pengadukan 150 rpm ampas terhidrolisa 87,72%. Hasil penelitian pada kondisi operasi optimum konsistensi 2%, waktu operasi 2 jam, suhu operasi 90°C, konsentrasi HCl 0,8 N, dan kecepatan pengadukan 150 rpm didapatkan ampas singkong terhidrolisa 90,207%.*

*Kata Kunci : hidrolisa, pati, glukosa, konsistensi*

## Abstract

*Hidrolisis is a binding reaction by the hydroxyl group of a compound. Starch is a complex polysaccharide composed of glucose linked to each other by 1.4 glikosid bonds. In starch hydrolisis, reaction between water and starch is occurred. Water give an effect in decomposition of double bond, hydrogen will be tied to a single component with the hydroxyl compound will be bound to the other one. The influence of time, temperature, stirring speed, consistency and concentration of acid in the process will be analyzad in this research. The purpose of this study is to determine the optimum operating conditions on the conversion process of cassava onggok from the solid phase into liquid phase. From the results of the study, obtained the operating variables that are most influential. They are 1% consistency, 2.5 hours of operating time, the temperature of 100°C, the concentration of 1N HCl, and the stirring speed of 150 rpm. The optimum variables are gained in the further research including 2% consistency yields 88.552% cassava residue hydrolyzed, 2 hours of operating time yields 87.724% cassava residue hydrolyzed, temperature 90°C yields 89.379% cassava residue hydrolyzed, the concentration of 0.8 N HCl yields 87.724% cassava residue hydrolyzed, and the stirring speed of 150 rpm yields 87.72% cassava residue hydrolyzed. Combining the optimum operating conditions of consistency 2%, 2 hours of operating time, operating temperature of 90°C, the concentration of 0.8 N HCl, and the stirring speed of 150 rpm resulted in 90.207% cassava residue hydrolyzed.*

*Keywords : hidrolisis, starch, glucose, consistency*

## 1. Pendahuluan

Ampas singkong yang biasa disebut onggok merupakan salah satu limbah padat yang dihasilkan dari industri tapioka. Ketersediaan dari ampas singkong terus meningkat sejalan dengan meningkatnya produksi tapioka di Indonesia. Pemanfaatan ampas singkong selama ini selain untuk makanan ternak juga digunakan untuk bahan baku dalam industri asam sitrat.

Di Industri, pembuatan asam sitrat dari ampas singkong dilakukan dengan proses fermentasi dalam bentuk media semi padat. Dilihat dari segi operasionalnya, proses ini masih kurang efektif karena proses fermentasi dengan

media semi padat dibutuhkan banyak sekali tempat media fermentasi (baki-baki). Selain itu baki-baki yang digunakan sebagai media merupakan baki yang terbuka, langsung kontak dengan udara sekitar sehingga mudah terkontaminasi oleh bakteri atau mikroba dari udara.

Agar proses fermentasi berjalan lebih maksimal maka perlu dilakukan pengubahan fase dari ampas singkong (padat) menjadi fase cair melalui proses hidrolisa. Setelah bahan baku asam sitrat (ampas singkong) diubah menjadi fase cair diharapkan tempat penyimpanan (*storage tank*) bahan baku dapat berupa tangki-tangki yang tentunya lebih mudah operasionalnya dan lebih higienis. Selanjutnya proses fermentasi dapat dilakukan lebih efisien yaitu proses fermentasi dalam suatu reaktor fasa cair tertutup yang tidak mudah terkontaminasi mikroba dari udara.

Hidrolisa merupakan reaksi pengikatan gugus hidroksil atau  $\text{OH}^-$  oleh suatu senyawa. Gugus  $\text{OH}^-$  dapat diperoleh dari senyawa air. Hidrolisa dapat digolongkan menjadi hidrolisa murni, hidrolisa asam (penambahan katalis asam), hidrolisa basa (penambahan katalis basa), dan hidrolisa enzim. Hidrolisa ampas singkong terjadi antara ampas singkong dengan air. Pada reaksi hidrolisa ini air akan memecah komponen karbohidrat atau hemiselulosa menjadi gula atau monosakarida yang lebih sederhana seperti glukosa, galaktosa, dan mannose.

Reaksinya :



Hidrolisa polisakarida menjadi glukosa berlangsung sangat lambat, sehingga dalam reaksinya membutuhkan katalisator untuk mempercepat terjadinya proses hidrolisa. Katalisator yang biasa digunakan adalah asam atau enzim. Asam yang digunakan dalam hidrolisa bisa asam-asam organik, tapi yang paling banyak digunakan adalah asam sulfat atau asam klorida.

Pada penelitian ini proses hidrolisa (pemasakan ampas singkong) dilakukan dengan menggunakan variabel waktu dan suhu pemasakan, konsistensi atau perbandingan antara ampas singkong dan larutan yang ditambahkan dalam proses pemasakan, konsentrasi asam pada proses hidrolisa, dan kecepatan pengadukan pada saat pemasakan. Perlakuan ini dimaksudkan untuk mendapatkan kondisi operasi yang optimal sehingga didapatkan hasil (ampas singkong terhidrolisa / kadar glukosa) yang maksimal.

## 2. Bahan dan Metode

Bahan yang digunakan dalam penelitian adalah ampas singkong. Hidrolisa dilakukan dengan penambahan katalis asam yang berupa asam klorida. Penentuan kadar glukosa dilakukan dengan metode titrasi, menggunakan larutan Fehling A dan Fehling B serta larutan titran yang digunakan adalah glukosa anhidrat. Hidrolisa dilakukan dalam labu leher tiga yang dilengkapi dengan pengaduk dan pemanasan di atas kompor listrik. Pengontrolan suhu dilakukan dengan menggunakan thermometer.

### *Preparasi sampel (ampas singkong)*

Ampas singkong yang dihidrolisa diambil dari ampas singkong yang sudah diperas dan diambil patinya. Kemudian ampas yang diperoleh dikeringkan di bawah terik sinar matahari sampai kadar air sekitar..... Setelah kering ampas tersebut ukurannya kemudian dikecilkan (*size reduction*) sampai sekitar....mesh. Pengecilan ukuran ini dilakukan dengan tujuan untuk memperbesar luas permukaan partikel sehingga proses hidrolisa dapat berjalan lebih maksimal.

### *Analisa kadar glukosa awal dalam ampas singkong*

#### ➤ Standarisasi Larutan Fehling

Larutan Fehling A sebanyak lima ml dan larutan Fehling B lima ml dicampur, lalu ditambah 15 ml larutan glukose standart dari buret. Campuran dipanaskan hingga mendidih. Satu menit 40 detik dari mendidih, ditambah 3 tetes Metilen Blue, dua menit dari mendidih larutan dititrasi dengan glukosa standard hingga warna berubah menjadi merah bata. Catat kebutuhan titran (F) yang dibutuhkan. Yang perlu diperhatikan, proses titrasi dilakukan dalam keadaan mendidih, titrasi efektif dilakukan maksimal satu menit.

#### ➤ Penentuan kadar glukosa ampas singkong

Sepuluh gram ampas singkong dilarutkan dalam larutan HCl 1N. Larutan dipanaskan pada suhu  $\pm 100^\circ\text{C}$  selama satu jam. Setelah itu didinginkan, diencerkan dengan aquadest hingga 500 ml dan dinetralkan. Kemudian ambil 5 ml untuk diencerkan hingga 10 ml. Dari pengenceran tadi, ambil 5 ml kemudian ditambahkan 5 ml larutan Fehling A, 5 ml larutan Fehling B dan 15 ml glukosa standard panaskan hingga mendidih. Satu menit 40 detik dari mendidih, ditambah 3 tetes Metilen Blue, dua menit dari mendidih larutan dititrasi dengan glukosa standard hingga warna berubah menjadi merah bata. Catat kebutuhan titran (M) yang dibutuhkan. Hitung kadar glukosa pada ampas singkong. Yang perlu diperhatikan, proses titrasi dilakukan dalam keadaan mendidih, titrasi efektif dilakuakn maksimal satu menit.

Sesuai dengan Standar Nasional Indonesia (SNI) 01-2891-1992, tentang cara uji makanan dan minuman, kadar glukosa dan kadar karbohidrat dapat dianalisa dengan perhitungan sebagai berikut:

$$\text{Kadar glukosa} = \frac{(F - M) \times \frac{2 \text{ gr Glukosa Standar}}{1000 \text{ ml larutan}} \times FP}{w} \times 100\% \dots\dots\dots(2)$$

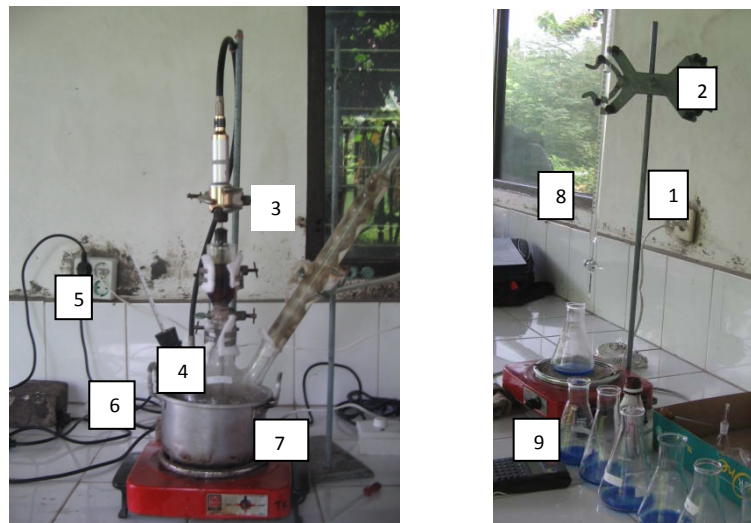
Kadar glukosa sama dengan persen ampas singkong terhidrolisa karena  $w$  merupakan berat total sampel (ampas singkong) yang dihidrolisa (*dry basis*).

Dimana : F = volume titran blanko (ml)  
 M = volume penitar (ml)  
 W = bobot sampel (gram)  
 FP = faktor pengenceran

#### *Hidrolisa Onggok (Ampas singkong)*

Ampas singkong, air dan larutan HCl yang banyaknya disesuaikan dengan variabel, dimasukkan dalam labu leher tiga. Pada saat suhu dan waktu operasi tercapai, diambil sampel ke-0 sebanyak 5 ml, kemudian dilakukan titrasi dengan metode sesuai *Standar Nasional Indonesia (SNI) 01-2891-1992*. Sesuai metode ini, sampel ditambah dengan larutan Fehling A sebanyak 5 ml, larutan Fehling B 5 ml dan 15 ml larutan glukosa standar dari buret. Campuran dipanaskan hingga mendidih. Satu menit 40 detik dari mendidih, ditambah 3 tetes Metilen Blue, dua menit dari mendidih larutan dititrasi dengan glukosa standard hingga warna berubah menjadi merah bata. Catat kebutuhan titran yang dibutuhkan. Yang perlu diperhatikan, proses titrasi dilakukan dalam keadaan mendidih, titrasi efektif dilakukan maksimal satu menit. Kadar glukosa yang terhidrolisa dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan di atas.

#### *Gambar Alat Utama*



**Gambar 1. Rangkaian Alat Utama Hidrolisa**

Keterangan Gambar :

1. Statif
2. Klem
3. Pendingin balik
4. Labu leher tiga
5. Termometer
6. Water bath
7. Kompor listrik
8. Buret
9. Erlenmeyer

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### A. Penentuan Variabel Operasi yang Paling Berpengaruh

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah konsistensi (persentase perbandingan padatan dan larutan), konsentrasi HCl, waktu hidrolisa, temperatur dan pengadukan. Untuk menentukan variabel yang paling berpengaruh sehingga dapat menentukan variabel tetap, maka dilakukan percobaan dengan level atas dan level bawah seperti pada tabel 1.

**Tabel 1. Variabel berubah dan harga level**

No.	Variabel	Level rendah (-)	Level tinggi (+)
1.	Konsistensi (padat : cair)	1:100	5:100
2.	Konsentrasi HCl (N)	0,25	1
3.	Suhu operasi (°C)	60	100
4.	Waktu operasi (jam)	0,50	2,50
5.	Pengadukan (rpm)	60	150

- Pada konsistensi 1% dihasilkan ampas singkong terhidrolisa sebesar 87,724% sedangkan pada 5% sebesar 44,69%. Konsistensi 1% memberikan hasil yang lebih tinggi dari pada 5%, hal ini disebabkan karena pada konsistensi 5% larutan yang di hidrolisa semakin kental sehingga pergerakan molekul-molekul zat pereaksi dan tumbukan antar molekulnya menjadi terhambat yang mengakibatkan ampas singkong terhidrolisa semakin kecil.
- Pada waktu 0,5 jam dihasilkan ampas singkong terhidrolisa sebesar 79,448% sedangkan pada 2,5 jam sebesar 87,724%. Pada waktu 2,5 jam memberikan hasil yang lebih tinggi dari pada 0,5 jam, karena semakin lama waktu reaksi hidrolisis, molekul zat pereaksi yang bertumbukan semakin banyak sehingga ampas singkong terhidrolisa semakin naik.
- Pada temperatur operasi 60 °C dihasilkan ampas singkong terhidrolisa sebesar 77,793% sedangkan pada 100 °C sebesar 87,724%. Pada suhu 100°C memberikan hasil yang lebih tinggi dari pada 60°C, dikarenakan dengan naiknya suhu reaksi, maka laju reaksi hidrolisa semakin besar. Hal tersebut sesuai dengan persamaan Arrhenius yang menyatakan hubungan aktivitas terhadap temperatur.

$$A = A_0 \cdot e^{\left(\frac{\Delta E_h}{RT}\right)} \dots\dots\dots(3)$$

Dalam hubungan ini, A adalah energi aktivasi pati yang sudah tergelatinisasi (pati yang sudah bereaksi dengan reaktan-reaktan) pada saat T operasi,  $A_0$  adalah energi aktivasi pati yang sudah tergelatinisasi mula-mula (pada T acuan),  $\Delta E_h$  adalah energi aktivasi reaksi hidrolisis, R adalah tetapan gas, dan T adalah temperatur proses hidrolisis.

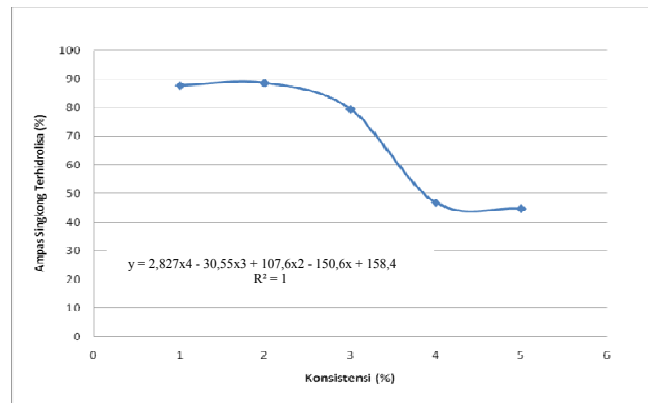
- Pada konsentrasi HCl 1N dihasilkan ampas singkong yang terhidrolisa sebesar 87,724% sedangkan pada konsentrasi 0,2N sebesar 76,138%. Pada konsentrasi 1N memberikan hasil yang lebih tinggi dari pada 0,2 N. Dalam hal ini, HCl berfungsi sebagai katalis yang berfungsi untuk mempercepat jalannya reaksi hidrolisa. Katalisator asam akan mempengaruhi penurunan tenaga aktivasi (E), sehingga reaksi berjalan dengan cepat dan rendemen yang dihasilkan akan semakin banyak. (Sukardjo, 1997).
- Pada kecepatan pengadukan 60 rpm dan 150 rpm yang lebih berpengaruh adalah kecepatan pengadukan 150 rpm. Ampas singkong yang terhidrolisa pada kecepatan pengadukan 150 rpm yaitu 87,724% sedangkan pada 60 rpm sebesar 81,103%. Dengan adanya pengadukan maka molekul-molekul saling bertumbukan satu dengan yang lain (Agra dkk, 1973) sehingga menyebabkan terjadinya reaksi hidrolisa. Semakin besar pengadukan yang dilakukan maka proses tumbukan atau waktu kontak antar molekul menjadi lebih besar sehingga reaksi hidrolisa yang terjadi semakin baik dan ampas singkong terhidrolisa semakin meningkat
- Dari hasil penelitian, kondisi operasi tetap yang digunakan adalah :
  - Konsistensi 1%
  - Waktu hidrolisa 2,5 jam
  - Konsentrasi HCl sebagai katalis adalah 1 N
  - Temperatur hidrolisanya adalah 100 °C
  - Pengadukan yang digunakan adalah 150 rpm

#### B. Penentuan Variabel Optimum Terhadap Ampas Singkong Terhidrolisa

##### 1. Pengaruh Variabel Konsistensi terhadap Ampas Singkong Terhidrolisa

Untuk mengetahui pengaruh variabel konsistensi terhadap persen ampas singkong terhidrolisa, maka dilakukan penelitian dengan variabel bebas perbandingan zat pereaksi. Sedang variabel tetapnya yaitu suhu reaksi

100°C, waktu 2,5 jam, katalisator HCl 1 N dan kecepatan pengadukan 150 rpm. Sehingga didapat hasil seperti yang terlihat pada grafik di bawah ini:



**Gambar 2. Grafik Hubungan Konsistensi dengan Persen Ampas Terhidrolisa**

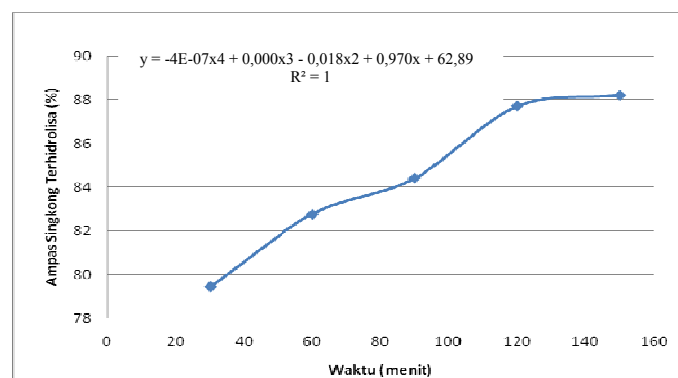
Dari grafik hubungan konsistensi dengan persen ampas singkong terhidrolisa seperti yang terlihat pada gambar 2, menunjukkan bahwa variabel konsistensi yang paling optimum yaitu pada konsistensi sebesar 2% dimana pada konsistensi tersebut ampas singkong terhidrolisa yaitu sebesar 88,552%.

Secara umum, reaksi hidrolisa padat-cair punya tendensi jika konsistensi (perbandingan zat padat dan zat cair) semakin besar maka konversi reaksi yang dihasilkan juga akan bertambah besar sejauh tidak dihambat oleh kondisi fisik larutan seperti kekentalan. Pada sistem hidrolisa pati faktor kekentalan ini lebih dominan sehingga bisa menghambat konversi reaksi yang dihasilkan.

Dari hasil penelitian terlihat bahwa pada konsistensi 1% dihasilkan konversi (ampas singkong terhidrolisa) sebesar 87,724%. Pada saat konsistensi dinaikkan menjadi 2% maka konversi akan naik menjadi 88,552%, tetapi jika dinaikkan di atas 2% (3%, 4% dan 5%) kenampakan visual cenderung seperti gelatin semi padat yang sulit diaduk sehingga konversi semakin turun. Jadi dapat dikatakan bahwa pada proses hidrolisa ini jika digunakan konsistensi di atas 2% maka faktor kekentalan menjadi lebih dominan sehingga menyebabkan konversi menjadi turun.

## 2. Pengaruh Variabel Waktu Hidrolisa terhadap Ampas Singkong terhidrolisa

Untuk mengetahui pengaruh waktu terhadap ampas singkong terhidrolisa, maka dilakukan penelitian dengan variabel bebas waktu operasi hidrolisa. Sedang variabel tetapnya adalah konsistensi 1%, suhu reaksi 100°C, katalisator HCl 1 N dan kecepatan pengadukan 150 rpm. Sehingga didapat hasil seperti grafik di bawah ini



**Gambar 3. Grafik Hubungan Waktu dengan Persen Ampas Terhidrolisa**

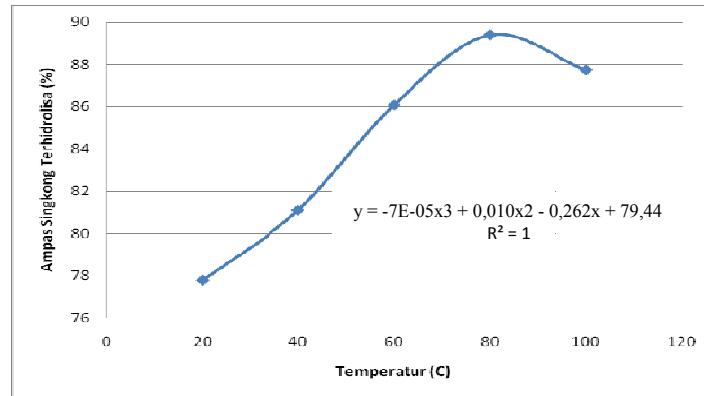
Dari grafik hubungan waktu dengan persen ampas singkong terhidrolisa seperti yang terlihat pada gambar 3, menunjukkan bahwa waktu hidrolisa yang paling berpengaruh yaitu 120 menit (2 jam) dimana pada waktu tersebut ampas singkong terhidrolisa yang dihasilkan sebesar 87,724%.

Pengaruh variabel waktu terhadap proses hidrolisa yaitu semakin lama waktu reaksi maka molekul zat pereaksi yang bertumbukan semakin banyak sehingga ampas singkong yang terhidrolisa juga semakin banyak. Berdasarkan gambar 3, semakin lama waktu hidrolisa, persen ampas singkong terhidrolisa semakin naik. Ampas singkong terhidrolisa paling optimal terjadi pada waktu 120 menit. Hal ini menunjukkan bahwa waktu hidrolisa yang paling optimum yaitu 120 menit. Setelah 120 menit, ampas singkong yang terhidrolisa juga semakin banyak,

namun kenaikan yang terjadi tidak signifikan karena kadar pati yang ada sudah semakin berkurang, sehingga jumlah yang bereaksi menjadi semakin sedikit, kontak antarreaktan semakin lambat.

### 3. Pengaruh Variabel Temperatur Hidrolisa terhadap Ampas Singkong Terhidrolisa

Untuk mengetahui pengaruh temperatur hidrolisa terhadap persen ampas singkong terhidrolisa, maka dilakukan penelitian dengan variabel bebas temperatur operasi. Sedang variabel tetapnya yaitu konsistensi 1%, waktu hidrolisa 2,5 jam, katalisator HCl 1 N dan kecepatan pengadukan 150 rpm. Sehingga didapat hasil penelitian seperti grafik berikut ini :



**Gambar 4. Grafik Hubungan Temperatur dengan Persen Ampas Terhidrolisa**

Temperatur hidrolisis berhubungan dengan laju reaksi mengikuti persamaan Arrhenius.

$$k = Ae^{-E_a/RT} \dots\dots\dots(4)$$

dimana

k = tetapan kecepatan reaksi, menit<sup>-1</sup>

E<sub>a</sub> = energy aktivasi, L atm mol<sup>-1</sup>

T = suhu, K

A = faktor tumbukan, menit<sup>-1</sup>

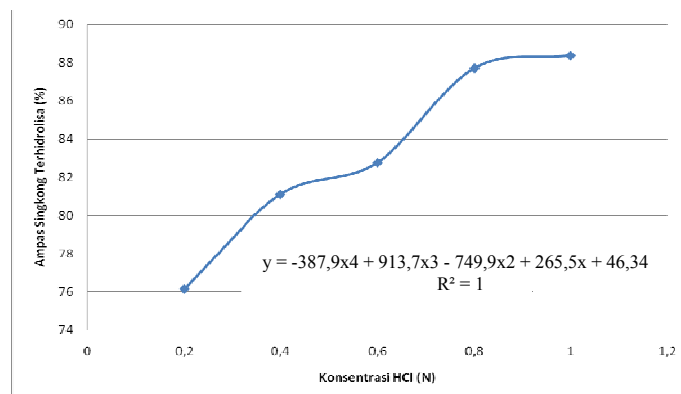
R = tetapan gas ideal, L atm mol<sup>-1</sup> K<sup>-1</sup>

Makin tinggi temperatur hidrolisis, maka laju reaksi hidrolisa semakin besar sehingga ampas singkong yang terhidrolisa bertambah besar.

Dari grafik di atas, temperatur yang optimum yaitu pada temperatur 90°C dimana pada temperatur tersebut persen ampas singkong terhidrolisa sebesar 89,379%. Dari hasil penelitian, pada suhu operasi 100°C, persen ampas singkong terhidrolisa mengalami penurunan. Hal ini menunjukkan bahwa pada suhu di atas 90°C glukosa mengalami degradasi atau karbonisasi parsial yang ditandai dengan perubahan warna larutan hasil hidrolisa menjadi semakin gelap

### 4. Pengaruh Variabel Konsentrasi HCl terhadap Persen Hidrolisa

Untuk mengetahui pengaruh konsentrasi HCl terhadap persen ampas singkong terhidrolisa, dilakukan penelitian dengan variabel bebas konsentrasi katalis. Sedang variabel tetapnya yaitu konsistensi 1%, waktu hidrolisa 2,5jam, temperatur 100°C dan kecepatan pengadukan 150 rpm. Hasil penelitian ditunjukkan pada grafik berikut ini :

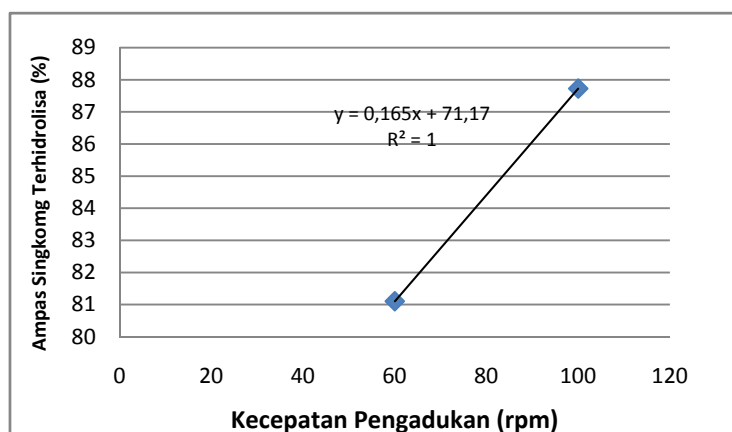


**Gambar 5. Grafik Hubungan Konsentrasi HCl dengan Persen Ampas Singkong Terhidrolisa**

Gambar 5 menunjukkan bahwa konsentrasi HCl yang menghasilkan ampas singkong terhidrolisa terbanyak adalah konsentrasi HCl 0,8 N, dimana pada konsentrasi tersebut persen ampas singkong terhidrolisa yang dihasilkan yaitu sebesar 87,724%. Katalis berguna untuk mempercepat jalannya reaksi hidrolisa. Katalisator yang digunakan dalam hidrolisa ampas singkong adalah HCl, dimana yang berpengaruh terhadap kecepatan reaksi adalah ion  $H^+$ nya.

Pada konsentrasi HCl di atas 0,8N, kenaikan ampas singkong terhidrolisa yang terjadi tidak signifikan. Jumlah  $H_2O$  dalam larutan HCl 0,8N lebih banyak dari HCl 1N sehingga berpengaruh pada kekentalan larutan yang dihidrolisa. Semakin kental larutan, tumbukan antar reaktan menjadi berkurang sehingga reaksi berjalan menjadi lebih lambat.

#### 5. Pengaruh Variabel Kecepatan Pengadukan terhadap Ampas Singkong Terhidrolisa



**Gambar 6. Grafik Hubungan Kecepatan Pengadukan dengan Persen Ampas Singkong Terhidrolisa**

Pada penelitian ini variabel pengadukan yang diambil yaitu pada 60 rpm dan 150 rpm. Dua level ini digunakan sebagai kecepatan pengadukan yang terendah dan kecepatan pengadukan tertinggi yang dapat dilakukan di dalam labu leher tiga tanpa terjadi olakan. Dari kedua level tersebut dapat terlihat bahwa pada pengadukan 150 rpm, ampas singkong yang terhidrolisa yaitu 87,72% lebih besar daripada pengadukan 60 rpm yaitu sebesar 81,10%. Dengan adanya pengadukan maka molekul-molekul saling bertumbukan satu dengan yang lain (Agra dkk, 1973). Semakin besar pengadukan yang dilakukan maka proses tumbukan antarmolekul menjadi lebih intensif sehingga reaksi hidrolisa yang terjadi semakin baik dan persen ampas singkong terhidrolisa semakin meningkat.

Gambar 6 menunjukkan bahwa semakin tinggi kecepatan pengadukan maka persen ampas terhidrolisa semakin tinggi. Namun yang perlu diperhatikan adalah, kecepatan pengadukan dibatasi dengan vortex (lengkungan) dan olakan yang terjadi selama pengadukan berlangsung.

#### 6. Pembahasan Keseluruhan Variabel-Variabel yang Berpengaruh

Dari penelitian yang dilakukan, dapat ditentukan variabel-variabel yang dapat dijadikan kombinasi untuk menghasilkan ampas singkong terhidrolisa paling tinggi adalah :

- Konsistensi : 2%
- Waktu hidrolisa : 2 jam
- Temperature operasi : 90°C
- Konsentrasi HCl : 0,8N
- Dan pengadukan : 150 rpm

Dari penelitian dengan menggunakan variabel-variabel di atas, diperoleh hasil ampas singkong terhidrolisa sebesar 90,207%.

#### 4. Kesimpulan

1. Variabel yang paling berpengaruh dalam pengubahan fasa ampas singkong sebagai bahan baku pembuatan asam sitrat secara berurutan adalah konsistensi (perbandingan ampas singkong dan air), waktu hidrolisa, temperature operasi, konsentrasi HCl dan kecepatan pengadukan.
2. Kombinasi variabel untuk mendapatkan ampas terhidrolisa paling tinggi adalah konsistensi 2%, waktu hidrolisa 2 jam, temperatur 90°C, konsentrasi HCl 0,8 N dan kecepatan pengadukan 150 rpm.
3. Kombinasi variabel optimum menghasilkan ampas singkong terhidrolisa sebesar 90,207%.
4. Dalam pengubahan fase ampas singkong padat menjadi cair sebagai bahan baku asam sitrat dapat dilakukan dengan hidrolisa

### Ucapan Terima Kasih

Pada kesempatan ini penyusun mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam melakukan penelitian dan penyusunan makalah ini.

### Daftar Notasi

T = suhu operasi,  $^{\circ}\text{C}$ , K

### Daftar Pustaka

- Agra, I. B., Warnijati, S., dan Pujianto, B., 1973. “ Hidrolisa Pati Ketela Rambat Pada Suhu Lebih Dari  $100^{\circ}\text{C}$ ”, Forum Teknik, 3, 115-129.
- Groggins, P. H., 1950. “Unit Process in Organic Synthesis”, 5 ed., pp. 750-783, Mc. Graw-Hill Book Company Inc., New York.
- Pearson, David. 1977. “The Chemical Analysis of Foods”, 6<sup>th</sup> ed., Chemical Publishing Company, Inc., New York.
- Speight, J. G., 2002. “Chemical and Process Design Handbook”, Mc. Graw-Hill Book Company Inc., New York.
- Stecker, Paul G., 1968. “An Encyclopedia of Chemical and Drugs”. Merck and Co., Inc., Rahway USA.
- Vogel, Henry. C., 1997. “Fermentation and Biochemical Engineering Handbook”, 2nd ed., Noyes Publication, New Jersey.
- <http://agribisnis.web.id/web/pustaka/teknologi%20proses/Pedoman%20Pengolahan%20Ubi%20Kayu.pdf>